

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



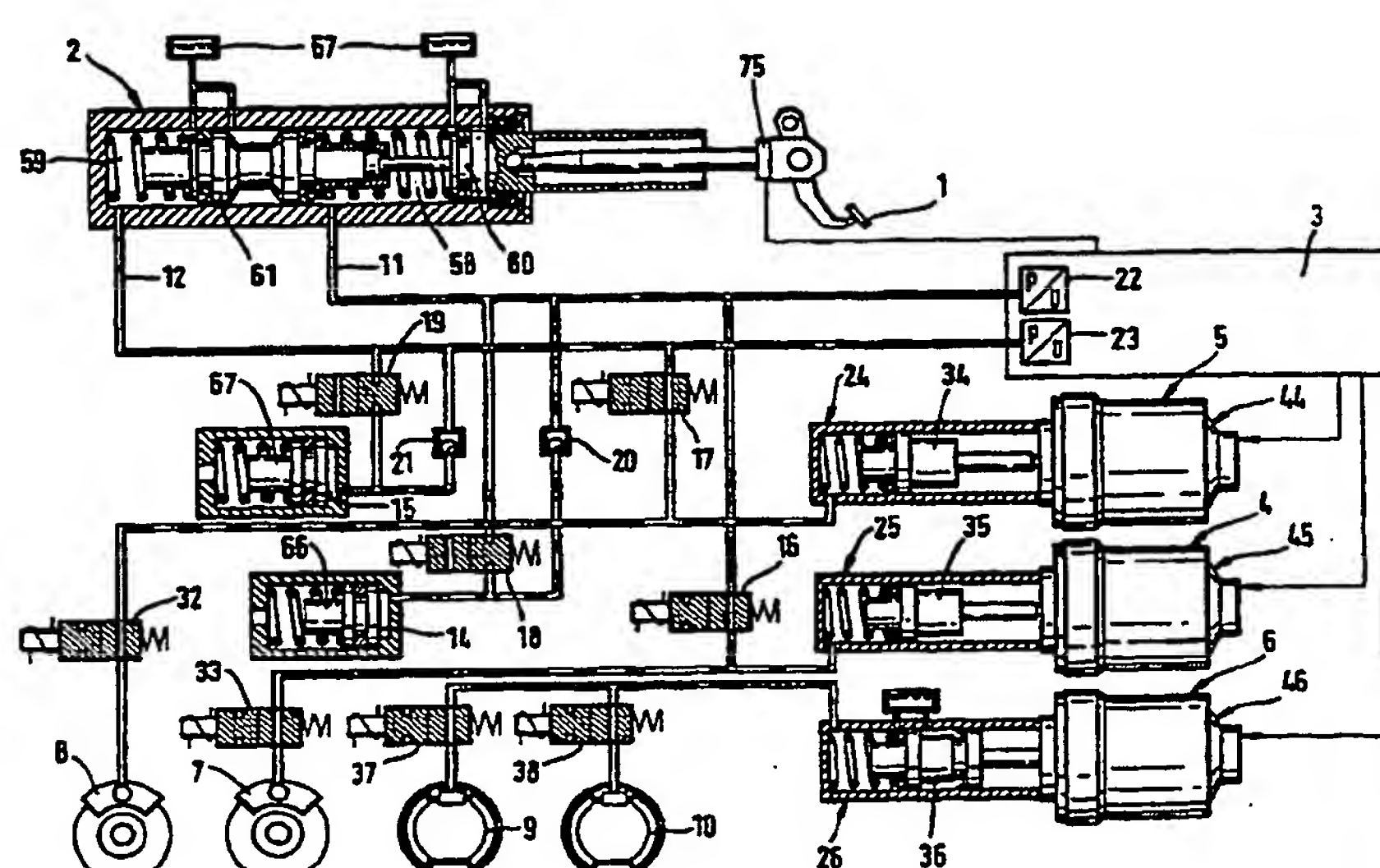
<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :</b> <b>B60T 8/40, 8/42, 8/26, 8/24, 13/68</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 95/28307</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 26. Oktober 1995 (26.10.95)
---	-----------	---

<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP95/01445 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 18. April 1995 (18.04.95)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> P 44 13 579.3      19. April 1994 (19.04.94)      DE  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH [DE/DE]; Guerickestrasse 7, D-60488 Frankfurt am Main (DE).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> FEIGEL, Hans-Jörg [DE/DE]; Ahornring 5, D-61191 Rosbach (DE). KLEIN, Andreas [DE/DE]; Gartenfeldstrasse 26, D-61350 Bad Homburg (DE). NEUMANN, Ulrich [DE/DE]; Ringstrasse 76, D-64380 Roßdorf (DE). SCHIEL, Lothar [DE/DE]; An der Tann 16, D-65719 Hofheim (DE).  <b>(74) Gemeinsamer Vertreter:</b> ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH; Guerickestrasse 7, D-60488 Frankfurt am Main (DE).	<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
---	--

**(54) Title:** ELECTRONICALLY ADJUSTABLE BRAKE OPERATING SYSTEM  
**(54) Bezeichnung:** ELEKTRONISCH REGELBARES BREMSBETÄTIGUNGSSYSTEM

**(57) Abstract**

An electronically adjustable brake operating system for vehicles is proposed, with a brake master cylinder (2) which can be operated by means of an operating pedal (1), with brake pressure transducers (4-6) which can be actuated by an electronic control unit (3), wheel brakes (8, 10) being connected directly to the brake pressure transducers which can be connected, via hydraulic lines (11, 12) which can be closed off by valve devices (16, 17), to the brake master cylinder (2). There is also at least one sensor device (22, 23) to detect the driver's wish to slow down, and at least one simulator chamber (14, 15) which co-operates with the brake master cylinder (2). As an improvement to systems of this type, especially during anti-lock operation, it is proposed according to the invention that the valve units should take the form of solenoid valves (16, 17) which can be actuated by the electronic control unit (3), and that the pressure-volume uptake characteristics of the simulator chamber (14, 15) should be independent of the wheel brakes (7, 8, 9, 10).



**BEST AVAILABLE COPY**

**(57) Zusammenfassung**

Es wird ein elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem für Kraftfahrzeuge vorgeschlagen, mit einem mittels eines Betätigunspedals (1) betätigbaren Hauptbremszylinder (2), mit durch eine elektronische Steuereinheit (3) ansteuerbaren Bremsdruckgebern (4-6), an die Radbremsen (8-10) des Fahrzeuges direkt angeschlossen sind und die über mittels Ventileinrichtungen (16, 17) absperrbare hydraulische Verbindungen (11, 12) mit dem Hauptbremszylinder (2) verbindbar sind, mit mindestens einer Sensoreinrichtung (22, 23) zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches sowie mit mindestens einer mit dem Hauptbremszylinder (2) zusammenwirkenden Simulatorkammer (14, 15). Um die Funktion eines derartigen Systems insbesondere bei ABS-Regelvorgängen zu verbessern, wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, dass die Ventileinrichtungen als durch die elektronische Steuereinheit (3) ansteuerbare Elektromagnetventile (16, 17) ausgebildet sind und dass die Druck-Volumenaufnahme-Charakteristik der Simulatorkammer (14, 15) unabhängig von der der Radbremsen (7, 8, 9, 10) ist.

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

### Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem

Die Erfindung betrifft ein elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem für Kraftfahrzeuge, mit einem mittels eines Betätigunspedals betätigbaren Hauptbremszylinder, mit durch eine elektronische Steuereinheit ansteuerbaren Bremsdruckgebern, an die Radbremsen des Fahrzeuges direkt angeschlossen sind und die über mittels Ventileinrichtungen absperrbare hydraulische Verbindungen mit dem Hauptbremszylinder verbindbar sind, mit mindestens einer Sensoreinrichtung zur Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches sowie mit mindestens einer mit dem Hauptbremszylinder zusammenwirkenden Simulatorkammer.

Ein derartiges Bremsbetätigungssystem ist z.B. aus der DE-OS 34 24 915 bekannt. Das Absperren der hydraulischen Verbindungen zwischen den Bremsdruckgebern und dem Hauptbremszylinder erfolgt bei dem vorbekannten Bremsbetätigungssystem mittels in den Hydraulikzylindern der Bremsdruckgeber ausgebildeter Bohrungen (Schnüffellöcher), die bei Betätigung der Bremsdruckgeber von an deren Kolben angeordneten Dichtmanschetten überfahren werden.

- 2 -

Für einen Einsatz im blockiergeschützten Bremsanlagen ist das vorbekannte Bremsbetätigungssystem jedoch weniger geeignet. So erlauben die absperrbaren hydraulischen Verbindungen in einem ABS-Regelfall nicht den Abbau des in den Radbremsen herrschenden hydraulischen Druckes auf nahe Null bar, da bei der hierzu erforderlichen vollständigen Rückstellbewegung des Bremsdruckgeberkolbens die vorhin genannte Bohrung freigegeben würde, an der der vom Fahrer erzeugte, verhältnismäßig hohe Druck ansteht.

Für eine ABS-Regelung weniger vorteilhaft sind auch die in den Hydraulikzylindern der Bremsdruckgeber ausgebildeten Kammern, in die das vom Fahrer des Fahrzeugs verdrängte Druckmittelsvolumen hineingeleitet wird, um bei Betätigung das für den Fahrer gewöhnliche Pedalgefühl aufrechtzuerhalten. Die Antriebe der Bremsdruckgeber müssen in jedem Fall aktiv die Rückstellbewegung der Druckgeberkolben gewährleisten, so daß hohe Kosten für eine Vier-Quadranten-Ansteuerelektronik sowie eine Auslegung für maximale Betätigungskraft erforderlich sind. Außerdem erfolgt die Pedalrückstellung ungedämpft gegen den Fahrerfuß.

Schließlich erfolgt die direkte Betätigung der durch die Kombination Bohrung (Schnüffelloch) Dichtmanschette gebildeten Ventileinrichtung durch den elektrischen Antrieb real aufgrund der nicht vernachlässigbaren Massenträgheiten mit einer Zeitverzögerung, die ihrerseits ein Einströmen eines beachtlichen

- 3 -

Druckmittelvolumens zur Folge hat, so daß ein Druckabbau auf Werte nahe Null bar nicht möglich ist. Dadurch werden insbesondere Regelvorgänge bei niedrigen u-Werten beeinträchtigt.

Weiterhin ist aus der DE-OS 42 29 041 A1 ein elektronisch regelbares, ausfallsicheres Bremsbetätigungssystem bekannt, bei dem sowohl der Hauptbremszylinder als auch die elektrisch ansteuerbaren, mit eigenem Druckmittelvorratsbehälter ausgestatteten Bremsdruckgeber über ein elektromagnetisch betätigbares 3/2-Wegeventil mit den Radbremsen verbindbar sind. In einer ersten Schaltstellung des 3/2-Wegeventils besteht eine hydraulische Verbindung zwischen dem Hauptbremszylinder bzw. dem Druckgeber und der Radbremse, während die Verbindung zwischen dem Druckgeber bzw. dem Hauptbremszylinder und der Radbremse abgesperrt ist. In einer zweiten Schaltstellung stellt das 3/2-Wegeventil eine hydraulische Verbindung zwischen dem Druckgeber bzw. dem Hauptbremszylinder und der Radbremse her, während die Verbindung zwischen dem Hauptbremszylinder bzw. dem Druckgeber und der Radbremse abgesperrt wird. Durch die genannten Maßnahmen wird bei intaktem System der Fahrer von der Radbremse getrennt und spürt ein hartes Pedal. Dadurch, daß die Bremsdruckgeber mit eigenen Druckmittelvorratsbehältern ausgestattet sind, müssen sie bei einem Stromausfall von den Radbremsen getrennt werden, so daß aufwendige Ventile verwendet werden müssen.

- 4 -

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem der eingangs genannten Gattung dahingehend zu verbessern, daß insbesondere die bei einer ABS-Regelung genannten Nachteile weitgehendst vermieden werden. Gleichzeitig soll eine Verbesserung des Pedalgefühls bei gleichzeitiger Senkung des Gesamtaufwandes erreicht werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Ventileinrichtungen als durch die elektronische Steuereinheit ansteuerbare Elektromagnetventile ausgebildet sind, und daß die Druck-Volumenaufnahme-Charakteristik der Simulatorkammer unabhängig von der der Radbremse ist. Durch diese Maßnahmen können jede beliebige Verstärkerfunktion ohne Rückwirkung auf die Pedalkraft-Weg-Kennlinie elektronisch eingestellt bzw. in jedem Fahrzeug eine einheitliche, ideale Pedalkraft-Weg-Kennlinie dargestellt werden.

Eine besonders kompaktbauende Ausführung des erfindungsgemäßen Bremsbetätigungssystems zeichnet sich dadurch aus, daß die Simulatorkammer im Hauptbremszylinder als Bestandteil eines der Hauptbremszylinder-Druckräume ausgebildet und durch einen Simulatorkolben begrenzt ist, der bei Betätigung des Hauptbremszylinders entgegen der Betätigungsrichtung gegen die Kraft einer Simulatorfeder bewegbar ist und mit einem an bzw. in einem der Hauptbremszylinderkolben ausgebildeten Anschlag zusammenwirkt. Dabei ist es



- 5 -

besonders vorteilhaft, wenn sich die Simulatorfeder am Hauptbremszylindergehäuse abstützt und eine progressive Kraft-Weg-Kennlinie aufweist. Durch die Abstützung am Tandemhauptzylinder-Gehäuse ist die Voraussetzung geschaffen, daß ein großer Teil der in der Simulatorfeder gespeicherten Hubarbeit wieder für den Bremsdruckaufbau genutzt werden kann, wenn der Simulatorkolben an den Hauptbremszylinderkolben anschlägt, und die Simulatorfeder entspannt wird. Dieser Arbeitsbereich ist ausschließlich für die hydraulische Funktion (Ausfall der Elektrik) vorgesehen, um für große Fahrzeuge die gesetzlichen Bestimmungen zu erfüllen.

Ein weitere Verbesserung der Funktion des erfindungsgemäßen Bremsbetätigungssystems wird bei einer weiteren Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes dadurch erreicht, daß der Hauptbremszylinder als Tandemhauptzylinder ausgeführt ist, wobei der Simulatorkolben im Sekundärkolben geführt ist und eine hydraulische Kammer begrenzt, die mit einem mit dem Tandemhauptzylinder zusammenwirkenden drucklosen Druckmittelvorratsbehälter in Verbindung steht.

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes ist die Verbindung zwischen der Simulatorkammer und dem Hauptbremszylinder mittels einer zweiten Ventileinrichtung absperrbar bzw. die Simulatorkammer in unbetätigtem Zustand des Systems vom Hauptbremszylinder getrennt. Dadurch wird erreicht, daß bei einem Ausfall der Bremsdruckgeber das gesamte Volumen des Hauptbremszylinders für den Druckaufbau in den Radbremsen genutzt werden kann, bzw. daß die Volumenaufnahme der Simulatorkammer ggf. an die einer üblichen Bremsanlage angepaßt werden kann.

- 6 -

Eine besonders kostengünstig herstellbare Ausführung der Erfindung besteht darin, daß die Elektromagnetventile und die zweiten Ventileinrichtungen gemeinsam betätigbar, insbesondere als 3/2-Wegeventile ausgebildet sind.

Eine vollständige Leerung der Simulatorkammer insbesondere bei einer defekten zweiten Ventileinrichtung wird nach einem weiteren Erfindungsmerkmal dadurch gewährleistet, daß der zweiten Ventileinrichtung oder den 3/2-Wegeventilen zum Hauptbremszylinder hin öffnende Rückschlagventile parallelgeschaltet sind.

Eine weitere, kostengünstig herstellbare Ausführung, bei der eine hohe Dichtigkeit der 3/2-Wegeventile in beiden Schaltstellungen (zur Simulatorkammer sowie zur Radbremse) gewährleistet ist, besteht darin, daß die 3/2-Wegeventile als Doppelsitzventile ausgebildet sind.

Eine kontrollierte Ansteuerung, insbesondere bezüglich der Schwellwerte bzw. Gradienten, der Ventileinrichtungen, die erst nach einer Fehlerüberprüfung freigegeben wird, wird bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes dadurch erreicht, daß die Ventileinrichtungen mittelbar durch die der elektronischen Steuereinheit zugeführten Ausgangssignale der Sensoreinrichtung ansteuerbar sind.



- 7 -

Eine ohne Reibung bzw. Schließwege direkt ermittelbare Fahrerverzögerungswunscherkennung wird dadurch ermöglicht, daß die Sensoreinrichtung durch einen die auf das Bremsbetätigungspedal einwirkende Betätigungskraft erfassenden Kraftsensor gebildet ist.

Eine kostengünstige herstellbare, betriebssichere Ausführung des erfindungsgemäßen Bremsbetätigungssystems, bei dem die Sensoreinrichtung durch mindestens einen an den Hauptbremszylinder angeschlossenen Drucksensor gebildet ist, besteht darin, daß der Drucksensor als Bestandteil der elektronischen Steuereinheit ausgebildet ist. Da außerhalb der elektronischen Steuereinheit keine Kabel- und Steckerverbindungen vorgesehen sind, wird dadurch eine Montagevereinfachung erreicht.

Eine reibungsarme Umwandlung einer Dreh- in eine Linearbewegung erfolgt insbesondere bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung, bei der die Bremsdruckgeber durch Hydraulikzylinder gebildet sind, deren Kolben mittels elektrisch ansteuerbarer Gleichstrommotoren betätigbar sind, dadurch, daß die Betätigung mittels eines zwischen Kolben und Gleichstrommotor geschalteten Kugelgewindetriebs erfolgt. Dabei ist es sinnvoll, wenn die Spindel des Kugelgewindetriebs und die Welle des Gleichstrommotors ein Bauteil bilden bzw. wenn die Welle des Gleichstrommotors hohl ausgebildet ist und die Spindel des Kugelgewindetriebs aufnimmt. Durch diese Maßnahmen wird eine einfache Montage der Bremsdruckgeber bzw. eine einfache Ausbildung der Spindel erreicht. Zudem weisen die Bremsdruckgeber eine kurze Bauform auf.

- 8 -

Um die thermische und elektrische bzw. energetische Beanspruchung des den Bremsdruckgeber betätigenden Gleichstrommotors möglichst gering zu halten, sieht eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes vor, daß Mittel vorgesehen sind, die eine Reduzierung des dem Gleichstrommotor zuzuführenden Stromes bei gleichzeitigem Verhindern eines Abbaus des in der Radbremse eingesteuerten Druckes ermöglichen. Dadurch bleibt die gewünschte Bremswirkung erhalten, obwohl der Gleichstrommotor abkühlt. Die erwähnten Mittel können dabei vorzugsweise entweder durch zwischen der Radbremse und dem Bremsdruckgeber geschaltete Ventile oder durch eine Reibungsbremse gebildet sein, die mit dem Kugelgewindetrieb des Bremsdruckgebers zusammenwirkt. Bei der zweitgenannten Ausführung ist dabei nur ein kleines Bremsmoment notwendig.

Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Reibungsbremse elektrisch ansteuerbar ist. Gegenüber permanentwirkenden Reibbremsen entstehen im Normalbetrieb keine Verluste.

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes ist der Gleichstrommotor reversierbar ausgebildet. Durch diese Maßnahme werden hohe Druckabbaugeschwindigkeiten auch bei niedrigen Bremsdrücken erreicht. Außerdem zeichnet sich eine derartige Ausführung durch geringe Anfälligkeit gegen Reibeffekte bei einem Druckabbau sowie durch eine reduzierte axiale Baulänge aus.

- 9 -

Bei einer hochdynamisch arbeitenden Ausführung, bei der keine Energiebedarfsspitzen-Problematik auftritt und bei der die Bremsdruckgeber durch Hydraulikzylinder gebildet sind, deren Kolben mittels ventilgesteuerter, pneumatisch bzw. hydraulisch ansteuerbarer Linearantriebe betätigbar sind, wird eine gute Regelbarkeit bei Reduzierung des erforderlichen Sensoraufwandes dadurch erreicht, daß die der Ansteuerung dienenden Ventile als Druckregelventile ausgebildet sind. Die insbesondere hydraulische Ansteuerung der Linearantriebe erfolgt dabei vorzugsweise mittels einer einzigen Druckquelle, an die weitere Hydraulikverbraucher anschließbar sind. Alternativ können die Linearantriebe durch pneumatischen Hochdruck ansteuerbar sein. Eine derartige Ausführung nutzt die gute Speicherbarkeit der Luft und zeichnet sich vor allem durch einen geringen Bauraumbedarf aus.

Eine Verbesserung der Regelbarkeit wird bei einer Weiterbildung der Erfindung dadurch erreicht, daß Mittel zum Erfassen der Position der Druckgeberkolben bzw. der Winkelposition der Rotoren der Gleichstrommotoren vorgesehen sind.

Eine besonders gute Regelbarkeit, insbesondere im unteren Druckbereich wird bei einer weiteren Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes dadurch erreicht, daß die der Ansteuerung dienenden Ventile in einem Lageregelkreis integriert sind, der die Ausgangssignale der vorhin erwähnten Mittel verarbeitet.

- 10 -

Eine weitere Verbesserung der Regelbarkeit wird nach einem weiteren Erfindungsmerkmal dadurch erreicht, daß Mittel zum Sensieren des von den Druckgebern aufgebrauchten Druckes vorgesehen sind, wobei die der Ansteuerung dienenden Ventile in einem Druckregelkreis integriert sind, der die Ausgangssignale der Mittel verarbeitet.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung von vier Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

- Fig. 1      ein Schaltbild einer ersten Ausführung des erfindungsgemäßen Bremsbetätigungssystems,
- Fig. 2      einen die Bremsdruckgeber nach Fig. 1 antreibenden Gleichstrommotor im Axialschnitt,
- Fig. 3      ein Schaltbild einer zweiten Ausführung des erfindungsgemäßen Bremsbetätigungssystems,
- Fig. 4      ein Schaltbild einer dritten Ausführung des erfindungsgemäßen Bremsbetätigungssystems,
- Fig. 5      ein Schaltbild einer vierten Ausführung des erfindungsgemäßen Bremsbetätigungssystems, und

- 11 -

Fig. 6 eine besonders vorteilhafte Ausführung eines bei dem erfindungsgemäßen Bremsbetätigungssystem verwendeten Hauptbremszylinders.

Das in der Zeichnung dargestellte, elektronisch regelbare Bremsbetätigungssystem nach der Erfindung ist für ein Fahrzeug mit Vorderradantrieb vorgesehen. Es besteht aus einem mittels eines Betätigunspedals 1 betätigbaren, zweikreisigen Hauptbremszylinder bzw. Tandemhauptzylinder 2, der durch zwei Kolben 60, 61 begrenzte, voneinander getrennte Druckräume 58, 59 aufweist, die mit einem drucklosen Druckmittelvorratsbehälter 57 in Verbindung stehen. Der erste Druckraum (Primärdruckraum) 58 steht mittels einer absperrbaren ersten hydraulischen Leitung 11 in Verbindung mit einem elektrisch ansteuerbaren Bremsdruckgeber, an den eine der Vorderachse zugeordnete hydraulische Radbremse 7 angeschlossen ist. Das Absperren der Leitung 11 erfolgt mittels eines ersten Elektromagnetventils 16, während in den Leitungsabschnitt zwischen dem Bremsdruckgeber 4 und der Radbremse 7 ein ebenso elektromagnetisch betätigbares Trennventil 33 eingefügt ist. Außerdem ist an den ersten Druckraum 58 über eine Parallelschaltung eines elektromagnetisch betätigbaren 2/2-Wegeventils 18 und eines zum Hauptbremszylinder 2 hin öffnenden Rückschlagventils 20 eine durch einen federnd vorgespannten Kolben 66 begrenzte erste Simulator-kammer 14 angeschlossen. Der zweite Druckraum (Sekundärdruckraum) 59 steht über eine mittels eines

- 12 -

zweiten Elektromagnetventils 17 absperrbare zweite hydraulische Leitung 12 mit einem zweiten elektrisch ansteuerbaren Bremsdruckgeber 5, an den die andere, der Vorderachse zugeordnete hydraulische Radbremse 8 angeschlossen ist, der ein elektromagnetisch betätigbares Trennventil 32 vorgeschaltet ist. Außerdem ist an den zweiten Druckraum 59 über eine Parallelschaltung eines zweiten elektromagnetisch betätigbaren 2/2-Wegeventils 19 sowie eines zum Hauptbremszylinder 2 hin öffnenden, zweiten Rückschlagventils 21 eine durch einen federnd vorgespannten zweiten Kolben 67 begrenzte zweite Simulatorkammer 15 angeschlossen. An einen dritten Bremsdruckgeber 6 sind über weitere Trennventile 37,38 beide ggf. der Hinterachse zugeordneten hydraulischen Radbremsen 9,10 angeschlossen. Alle drei Bremsdruckgeber 4,5,6 sind von ihrem Aufbau her gleich und bestehen aus je einem Hydraulikzylinder 24,25,26, in dem je ein Kolben 34,35,36 verschiebbar geführt ist, der durch je einen vorzugsweise reversierbaren Gleichstrommotor 44,45,46 antreibbar ist. Der gemeinsamen Ansteuerung der Gleichstrommotoren 44,45,46 sowie der Elektromagnetventile dient eine elektronische Steuereinheit 3, der als Eingangssignale die Ausgangssignale eines mit den Betätigungspedal 1 zusammenwirkenden Bremslichtschalters 75, sowie zweier Drucksensoren 22,23 zugeführt werden, die an die Druckräume 58,59 des Tandemhauptzylinders 2 angeschlossen sind und die eine Fahrerverzögerungswunscherkennung ermöglichen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Drucksensoren 22,23



- 13 -

als Bestandteile der elektronischen Steuereinheit 3 ausgebildet sind. Zur Fahrerverzögerungswunscherkennung können jedoch auch andere Mittel, beispielsweise ein die Betätigungskraft am Betätigungspedal 1 sensierender Kraftsensor verwendet werden.

Außerdem sind den einzelnen, nicht gezeigten Rädern in Fig. 1 nicht dargestellte Radsensoren 77,78,79,80 (Fig. 3) zugeordnet, deren der Fahrgeschwindigkeit entsprechende Ausgangssignale als weitere Eingangsgrößen der elektronischen Steuereinheit 3 zugeführt werden.

Wie insbesondere der Fig. 2 zu entnehmen ist, erfolgt die Betätigung des Kolbens 34,35,36 des Bremsdruckgebers 4,5,6 mittels eines Kugelgewinde- bzw. Spindel-Mutter-Triebs 27, dessen Spindel 30 verdrehgesichert in einer vorzugsweisen hohlen Welle 31 des Gleichstrommotors 44,45,46 angeordnet ist. Die in kraftübertragender Verbindung mit dem Kolben 34,35,36 stehende Spindelmutter 68 trägt eine Druckplatte 69, die mit einem verdrehgesichert angeordneten, mit einem Reibbelag 71 versehenen, mittels einer Spannfeder 72 in Richtung auf die Druckplatte 69 zu vorgespannten Magnetanker 70 im Eingriff steht. Der Magnetanker 70 wirkt mit einem Magnetkern 73 sowie einer Spule 74 so zusammen, daß bei einer Aktivierung des so entstehenden Elektromagneten der Magnetanker 70 gegen die Wirkung der Spannfeder 72 vom Magnetkern 73 angezogen wird, so daß er außer Eingriff mit der Druckplatte 69 gebracht wird. Die erwähnten Teile 69 bis 74 bilden eine Reibungsbremse 39, die es ermöglicht,

- 14 -

den dem Gleichstrommotor 44,45,46 zuzuführenden Strom bei gleichzeitigem Verhindern eines Abbaues des in der Radbremse 7,8,9,10 herrschenden hydraulischen Druckes zu reduzieren. Zum gleichen Zweck können auch die zwischen den Bremsdruckgebern 4,5,6 und den einzelnen Radbremsen 7 bis 10 geschalteten Ventile 32,33,37,38 verwendet werden. Durch die Verwendung der den Radbremsen 9,10 zugeordneten Ventile 37,38 wird außerdem eine Multiplex-Druckregelung an der Hinterachse ermöglicht.

Bei der in Fig. 3 gezeigten zweiten Ausführung sind in den hydraulischen Leitungen 11,12 elektromagnetisch betätigbare 3/2-Wegeventile 28,29 eingefügt, die funktionsmäßig die bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführung verwendeten Ventile 16,18 bzw. 17,19 ersetzen und vorzugsweise als Doppelsitzventile ausgeführt werden können. An die nicht näher bezeichneten Druckräume der Hydraulikzylinder 24,25 ist ein Differenzdruck-Spannungswandler 43 angeschlossen, dessen Ausgangssignale als weitere Eingangsgröße der elektronischen Steuereinheit 3 zugeführt werden. Außerdem sind bei der gezeigten zweiten Ausführung Mittel vorgesehen, die ein indirektes Erfassen der Position der Bremsdruckgeberkolben 34,35,36 ermöglichen und die im dargestellten Beispiel durch Wegsensoren 50,51,52 gebildet sind, die die translatorische Bewegung der Spindel 30 (s.Fig.2) sensieren. Es ist allerdings auch denkbar, zum Zweck der Erfassung der Kolbenposition auch Mittel vorzusehen, die die Winkelposition der Rotoren der Gleichstrommotoren 44,45,46 erfassen.

- 15 -

Bei der in Fig. 4 dargestellten, dritten Ausführung der Erfindung sind die Bremsdruckgeber 4,5,6 als Hydraulikzylinder 124,125,126 ausgebildet, deren Kolben 134,135,136 mittels ventilgesteuerter pneumatisch ansteuerbarer Linearantriebe 47,48,49 betätigbar sind. Die Linearantriebe 47,48,49 sind über elektromagnetisch ansteuerbare 3/2-Wegeventile 40,41,42 an eine pneumatische Hochdruckquelle 81 anschließbar, die durch einen Hochdruckspeicher 82 sowie ein den Hochdruckspeicher 82 aufladendes Motor-Pumpen-Aggregat 83 gebildet ist. Die 3/2 Wegeventile 40,41,42 sind dabei vorzugsweise als Druckregelventile ausgebildet, die in ihrer dritten Schaltstellung die Linearantriebe 47,48,49 von der Hochdruckquelle 81 trennen und deren Verbindung mit der Atmosphäre (s. Luftfilter 84) herstellen.

Wie der Fig. 4 weiter zu entnehmen ist, sind an den zu den Radbremsen 7 bis 10 führenden Leitungsabschnitten Drucksensoren 53,54,55 angeschlossen, die die von den Bremsdruckgebern 4,5,6, aufgebrachten Drücke sensieren. Gleichzeitig wird die Position der Bremsdruckgeberkolben 134,135,136 mittels Weg-Spannungs-Wandler 150,151,152 direkt erfaßt, deren Ausgangssignale der elektronischen Steuereinheit 3 zugeführt werden, die Steuersignale für die Druckregelventile 40,41,42 erzeugt, so daß diese in einem Druck- und Lageregelkreis integriert sind. Es ist allerdings auch denkbar, die pneumatischen Druckregelventile 40,41,42 derart auszubilden, daß deren elektromagnetischer Betätigungskraft der im Linearantrieb 47,48,49 eingesteuerte pneumatische Druck entgegenwirkt.

- 16 -

In Fig., 5 ist schließlich eine vierte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bremsbetätigungssystems dargestellt, bei der zur Betätigung der Druckgeberkolben 134, 135, 136 ventilgesteuerte, hydraulisch ansteuerbare Linearantriebe 147, 148, 149 eingesetzt werden. Die Ansteuerung erfolgt über hydraulische 3/3-Wege-Druckregelventile 140, 141, 142 mittels einer hydraulischen Druckquelle 56, an die auch weitere, im Fahrzeug vorhandene hydraulische Verbraucher anschließbar sind. Die hydraulische Druckquelle 56 besteht aus einem hydraulischen Motor-Pumpen-Aggregat 183, einem an die Saugseite der Pumpe angeschlossenen drucklosen Druckmittelvorratsbehälter 184 sowie einem an die Druckseite der Pumpe angeschlossenen hydraulischen Druckspeicher 182. In der ersten stromlosen Schaltstellung der Regelventile 140, 141, 142 besteht eine Verbindung zwischen den hydraulischen Linearantrieben 147, 148, 149 und dem Druckmittelvorratsbehälter 184, während die Verbindung zwischen den hydraulischen Linearantrieben 147, 148, 149 und der Druckseite der Pumpe bzw. dem Druckspeicher 182 gesperrt ist. In der zweiten Schaltstellung sind die Linearantriebe 147, 148, 149 sowohl vom Druckmittelvorratsbehälter 184 als auch von der Pumpe bzw. dem Druckspeicher 182 getrennt, so daß eine Druckhaltephase realisiert wird. In der dritten Schaltung wird eine Verbindung der Linearantriebe mit der Druckseite der Pumpe bzw. dem Druckspeicher 182 bei deren gleichzeitiger Trennung vom Druckmittelvorratsbehälter 184 hergestellt, so daß ein Druckaufbau in den Radbremsen 7 bis 10 stattfindet. Die

- 17 -

Position der Bremsdruckgeberkolben 134,135,136 wird wie bei der dritten Ausführung durch die Weg-Spannungs-Wandler 150,151,152 erfaßt.

Bei der in Fig. 6 dargestellten vorteilhaften Ausführung des Tandemhauptzylinders 2 bildet die vorhin erwähnte Simulatorkammer, hier mit dem Bezugszeichen 87 versehen, ein Bestandteil des zweiten (Sekundär-) Druckraumes 59. Die Simulatorkammer 87 wird dabei vorzugsweise durch einen hydraulischen Simulatorkolben 63 begrenzt, der in einer axialen Verlängerung 85 des Sekundärkolbens 61 geführt wird und mit einem innerhalb des Sekundärkolbens 61 ausgebildeten Anschlag 62 in Eingriff bringbar ist. Der vorzugsweise entgegen der Betätigungsrichtung durch eine sich am Gehäuse 88 des Tandemhauptzylinders 2 axial abstützende Simulatorfeder 64 vorgespannte Simulatorkolben 63 begrenzt im Sekundärkolben 61 eine Kammer 65, die über nicht näher bezeichnete Kanäle mit einem Ringraum 86 in Verbindung steht, der als Nachlaufraum für den Sekundärdruckraum 59 dient und somit mit dem dem Tandemhauptzylinder 2 zugeordneten Druckmittelvorratsbehälter 57 verbunden ist. Bei der Betätigung des Tandemhauptzylinders 2 wirkt auf den Simulatorkolben 63 ein hydraulischer Differenzdruck, der seine Bewegung entgegen der Betätigungsrichtung und damit ein Zusammendrücken der Simulatorfeder 64 zur Folge hat. Die Bewegung des Simulatorkolbens 63 wird durch den Anschlag 62 im Sekundärkolben 61 beendet.

Das insbesondere in Fig. 1 der Zeichnung dargestellte Bremsbetätigungssystem funktioniert wie folgt:

- 18 -

Wird ein Bremsvorgang durch Niederdrücken des Bremsbetätigungspedals 1 eingeleitet, so wird der Betätigungszustand vom Bremslichtschalter 75 erkannt und der elektronischen Steuereinheit 3 mitgeteilt, deren Steuersignale ein Umschalten der Ventile 16,17,18,19, und dadurch eine Trennung der Hauptzylinderdruckräume 58,59 von den Bremsdruckgebern 4,5 sowie deren Verbindung mit den Simulatorkammern 14,15 bewirken. Durch die Drucksensoren 22 und 23 erfolgt eine zweite Meldung des Fahrer verzögerungswunsches an die elektronische Steuereinheit 3, die mit der darin installierten Bremskraftverteilung die gewünschten Bremsmomente an den Fahrzeugachsen errechnet. Die den errechneten Bremsmomenten entsprechenden Steuersignale werden den Gleichstrommotoren 44,45,46 der Bremsdruckgeber 4,5,6 zugeführt, die ein Verschieben der Bremsdruckgeberkolben 34,35,36 in Betätigungsrichtung und somit eine Druckerhöhung in den Radbremsen 7 bis 10 einleiten. Das für den Fahrer gewöhnliche, bei einem Bremsvorgang spürbare Pedalgefühl wird durch die nun offene Verbindung zwischen dem Hauptbremszylinder 2 und den Simulatorkammern 14,15 gewährleistet. Die in den zu den Radbremsen 7 bis 10 führenden Leitungsabschnitten eingefügten Trenn- bzw. Multiplexventile 32,33,37,38 bleiben offen.

Ein Druckabbau erfolgt durch Zurückfahren der Kolben 34,35,36, unter Umständen durch aktive Drehrichtungsumkehr der Gleichstrommotoren 44,45,46.



- 19 -

Durch die letztgenannten Maßnahme wird eine Erhöhung der Dynamik des Bremsvorganges erreicht. Eine Druckhaltephase wird realisiert, indem die Trenn- bzw. Multiplexventile 32,33,37,38 in ihre Sperrstellung umgeschaltet werden.

Eine ABS-Rgelung wird demnach dreikanalig (Vorderachse -zweikanalig, Hinterachse-einkanalig) im Regelmodus mit den Raddrehzahlsensoren 77,78,79,80 durchgeführt, wobei die Bremsdruckmodulation an der Hinterachse beispielsweise nach dem "select-low"-Prinzip erfolgt.

Bei einer Antriebsschlupfregelung oder bei einer Fahrstabilitätsregelung werden die Trennventile im Multiplex-Modus angesteuert. Dadurch kann auf einen vierten Bremsdruckgeber verzichtet werden.

Bei einem Ausfall der Elektronik/Fahrzeugelektrik gehen alle Ventile in den stromlosen Zustand. Dabei werden beide der Vorderachse zugeordneten Radbremsen 7,8 über die stromlos offenen Ventile 16,17 mit den Tandemhauptzylinder 2 verbunden, so daß die gesetzlich geforderten Bestimmungen bei Ausfall der Elektronik erfüllt werden.

Bei einem hydraulischen Ausfall der der Vorderachse zugeordneten Bremskreise kann immer mit den der Hinterachse zugeordneten Kreis die gesetzlich geforderte Bremswirkung "brake-by-wire" erreicht werden. Bei Ausfall des der Hinterachse zugeordneten hydraulischen Kreises ist durch die Verwendung des Bremslichtschalters 75 bzw. der Drucksensoren 22,23 sichergestellt, daß über die angetriebene Vorderachse die Bremswirkung "brake-by-wire" erreicht wird.

## Patentansprüche

1. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem für Kraftfahrzeuge mit einem mittels eines Betätigungs-  
pedals (1) betätigbaren Hauptbremszylinder (2), mit  
durch eine elektronische Steuereinheit (3) ansteuer-  
baren Bremsdruckgebern (4,5,6), an die Radbremsen  
(7,8,9,10) des Fahrzeuges direkt angeschlossen sind  
und die über mittels Ventileinrichtungen  
absperrbare hydraulische Verbindungen (11,12) mit  
dem Hauptbremszylinder (2) verbindbar sind, mit  
mindestens einer Sensoreinrichtung (13) zur  
Erkennung des Fahrerverzögerungswunsches sowie mit  
mindestens einer mit dem Hauptbremszylinder (2)  
zusammenwirkenden Simulatorkammer (14,15) ,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die  
Ventileinrichtungen als durch die elektronische  
Steuereinheit (3) ansteuerbare Elektromagnetventile  
(16,17) ausgebildet sind, und daß die  
Druck-Volumenaufnahme-Charakteristik der  
Simulatorkammer (14,15,87) unabhängig von der der  
Radbremsen (7,8,9,10) ist.
2. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach  
Anspruch 1, dadurch g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Simulatorkammer (87) im Hauptbremszylinder  
(2) als Bestandteil eines (59) der Hauptbrems-  
zylinder-Druckräume (58,59) ausgebildet und durch  
einen Simulatorkolben (63) begrenzt ist, der bei  
Betätigung des Hauptbremszylinders (2) entgegen der  
Betätigungsrichtung gegen die Kraft einer

- 21 -

- Simulatorfeder (64) bewegbar ist und mit einem an bzw. in einem (61) der Hauptbremszylinderkolben (60,61) ausgebildeten Anschlag (62) zusammenwirkt.
3. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Simulatorfeder (64) sich am Hauptbremszylindergehäuse (88) abstützt.
  4. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Simulatorfeder (64) eine progressive Kraft-Weg-Kennlinie aufweist.
  5. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptbremszylinder (2) als Tandemhauptzylinder ausgeführt ist, wobei der Simulatorkolben (63) im Sekundärkolben (61) geführt ist und eine hydraulische Kammer (65) begrenzt, die mit einem mit dem Tandemhauptzylinder (2) zusammenwirkenden drucklosen Druckmittelvorratsbehälter (57) in Verbindung steht.
  6. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung zwischen der Simulatorkammer (14,15) und dem Hauptbremszylinder (2) mittels einer zweiten Ventileinrichtung (18,19) absperrbar ist.

- 22 -

7. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Simulatorkammer (14,15) in unbetätigtem Zustand des Systems vom Hauptbremszylinder (2) getrennt ist.
8. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der Ansprüche 1, 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektromagnetventile und die zweiten Ventileinrichtungen gemeinsam betätigbar, insbesondere als 3/2-Wegeventile (28,29) ausgebildet sind.
9. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 6 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zweiten Ventileinrichtung (18,19) oder den 3/2-Wegeventilen (28,29) zum Hauptbremszylinder (2) hin öffnende Rückschlagventile (20,21) parallel geschaltet sind.
10. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die 3/2-Wegeventile (28,29) als Doppelsitzventile ausgebildet sind.
11. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtungen (16,17,18,19,28,29) mittelbar durch die der elektronischen Steuereinheit (3) zugeführten Ausgangssignale der Sensoreinrichtung (13) ansteuerbar sind.

- 23 -

12. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der Ansprüche 1 und 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinrichtung (13) durch einen die auf das Bremspedal (1) einwirkende Betätigungskraft erfassenden Kraftsensor gebildet ist.
13. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der Ansprüche 1 und 6 bis 11, wobei die Sensoreinrichtung durch mindestens einen an den Hauptbremszylinder angeschlossenen Drucksensor gebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Drucksensor (22,23) als Bestandteil der elektronischen Steuereinheit (3) ausgebildet ist.
14. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bremsdruckgeber (4,5,6) durch Hydraulikzylinder (24,25,26) gebildet sind, deren Kolben (34,35,36) mittels elektrisch ansteuerbarer Gleichstrommotoren (44,45,46) betätigbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Betätigung mittels eines zwischen Kolben (34,35,36) und Gleichstrommotor (44,45,46) geschalteten Kugelgewindetriebs (27) erfolgt.
15. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Spindel (30) des Kugelgewindetriebs (27) und die Welle (31) des Gleichstrommotors (44,45,46) ein Bauteil bilden.

- 24 -

16. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (31) des Gleichstrommotors (44,45,46) hohl ausgebildet ist und die Spindel (30) des Kugelgewindetriebs (27) aufnimmt.
17. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (32,33,37,38,39) vorgesehen sind, die eine Reduzierung des dem Gleichstrommotor (44,45,46) zuzuführenden Stromes bei gleichzeitigem Verhindern eines Abbaus des in der Radbremse (7,8,9,10) eingesteuerten Druckes ermöglichen.
18. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel durch zwischen der Radbremse (7,8,9,10) und dem Bremsdruckgeber (4,5,6) geschaltete Ventile (32,33,37,38) gebildet sind.
19. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel durch eine Reibungsbremse (39) gebildet sind, die mit dem Kugelgewindetrieb (37) des Bremsdruckgebers (4,5,6) zusammenwirkt.
20. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Reibungsbremse (39) elektrisch ansteuerbar ist.



- 25 -

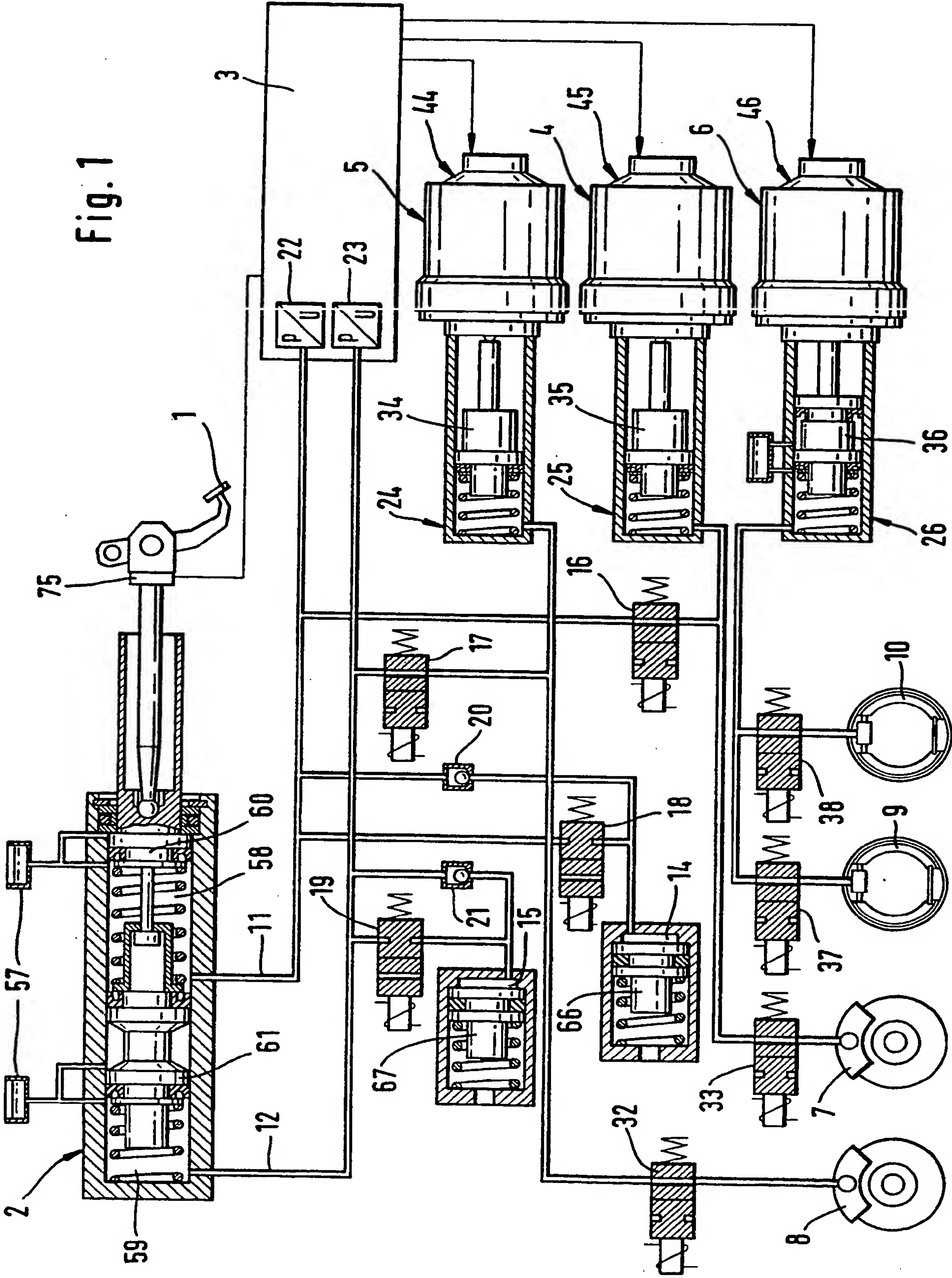
21. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der Ansprüche 14 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Gleichstrommotor (44,45,46) reversierbar ausgebildet ist.
22. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei die Bremsdruckgeber durch Hydraulikzylinder gebildet sind, deren Kolben mittels ventilgesteuerter, pneumatisch bzw. hydraulisch ansteuerbarer Linearantriebe betätigbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß die der Ansteuerung dienenden Ventile (40,41,42) als Druckregelventile ausgebildet sind.
23. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die hydraulische Ansteuerung der Linearantriebe (147,148,149) mittels einer einzigen Druckquelle (56) erfolgt, an die weitere Hydraulikverbraucher anschließbar sind.
24. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Linearantriebe (47,48,49) durch pneumatischen Hochdruck ansteuerbar sind.

- 26 -

25. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (50,51,52) zum Erfassen der Position der Druckgeberkolben (34,35,36) vorgesehen sind.
26. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (50,51,52) durch die axiale Bewegung der Spindel (30) erfassende Wegsensoren gebildet sind.
27. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zum Erfassen der Winkelposition der Rotoren der Gleichstrommotoren (44,45,46) vorgesehen sind.
28. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13 in Verbindung mit Anspruch 25,26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß die der Ansteuerung dienenden Ventile (40,41,42) in einem Lageregelkreis integriert sind, der die Ausgangssignale der Mittel (50,51,52) verarbeitet.
29. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (Drucksensoren 53,54,55) zum Sensieren des von den Druckgebern (4,5,6) aufgebrauchten Druckes vorgesehen sind.

- 27 -

30. Elektronisch regelbares Bremsbetätigungssystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 22 in Verbindung mit Anspruch 29, dadurch g e k e n n z e i c h n e t, daß die der Ansteuerung dienenden Ventile (40,41,42) in einem Druckregelkreis integriert sind, der die Ausgangssignale der Mittel (Drucksensoren 53,54,55) verarbeitet.



2 / 6

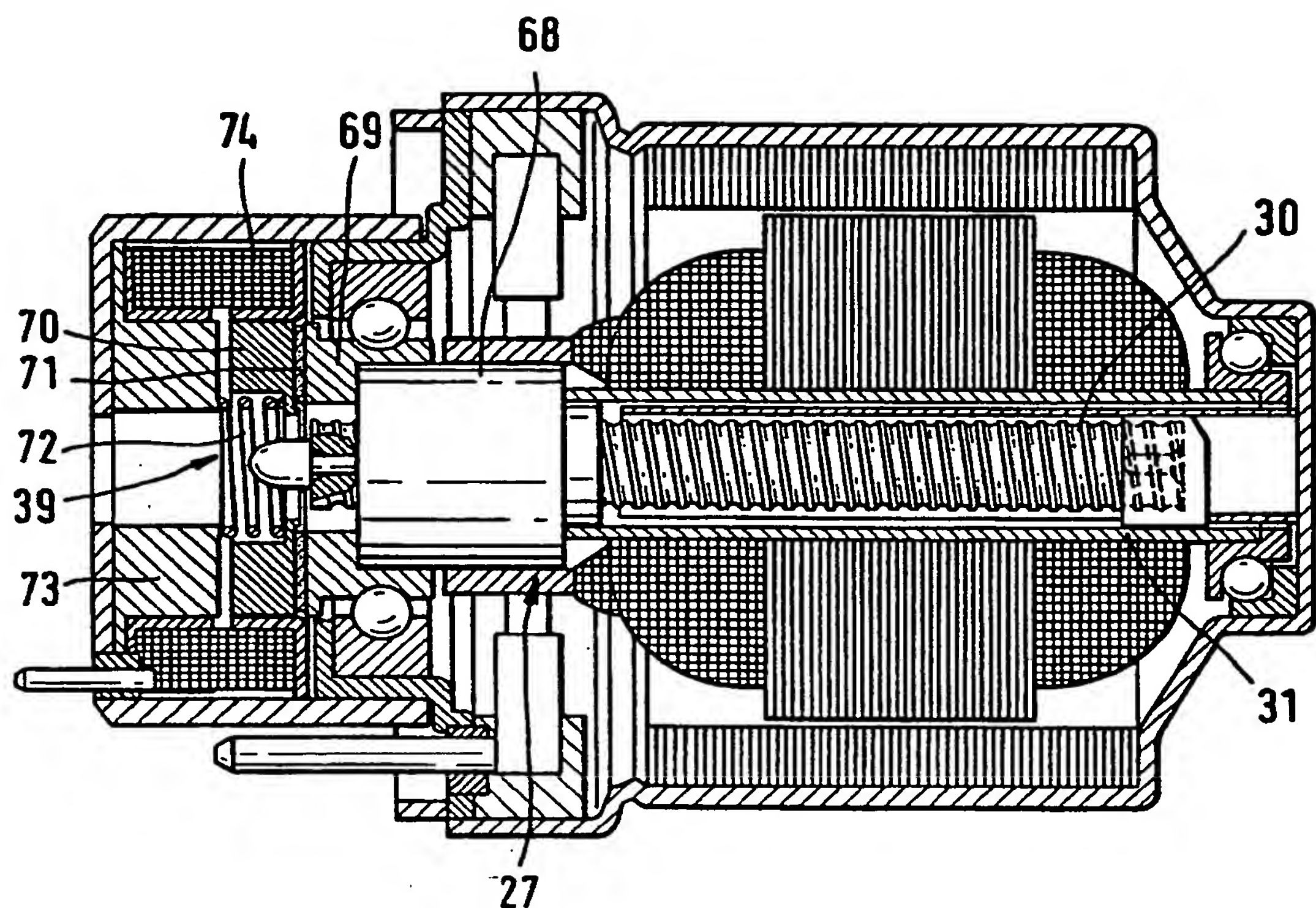
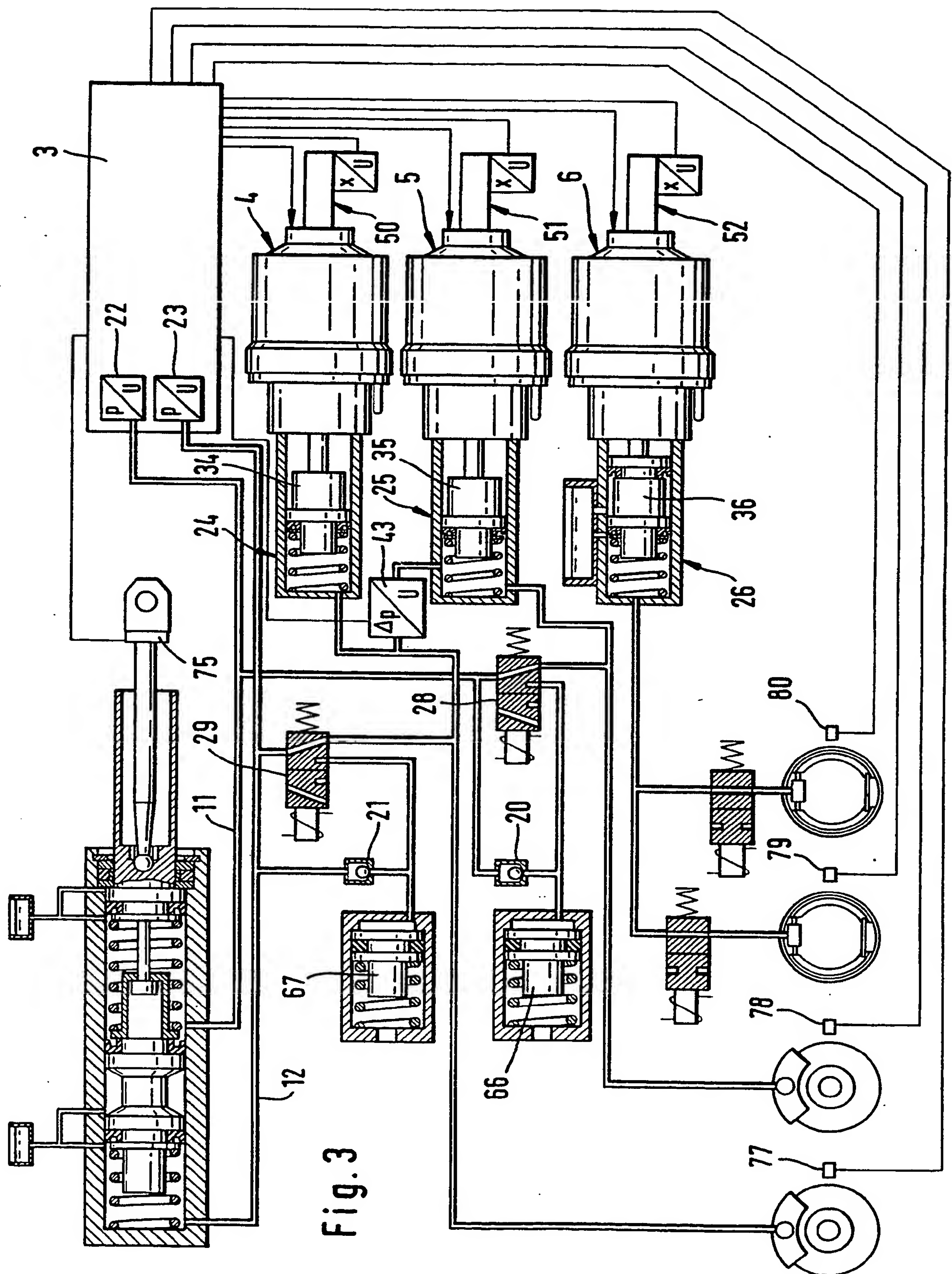


Fig. 2

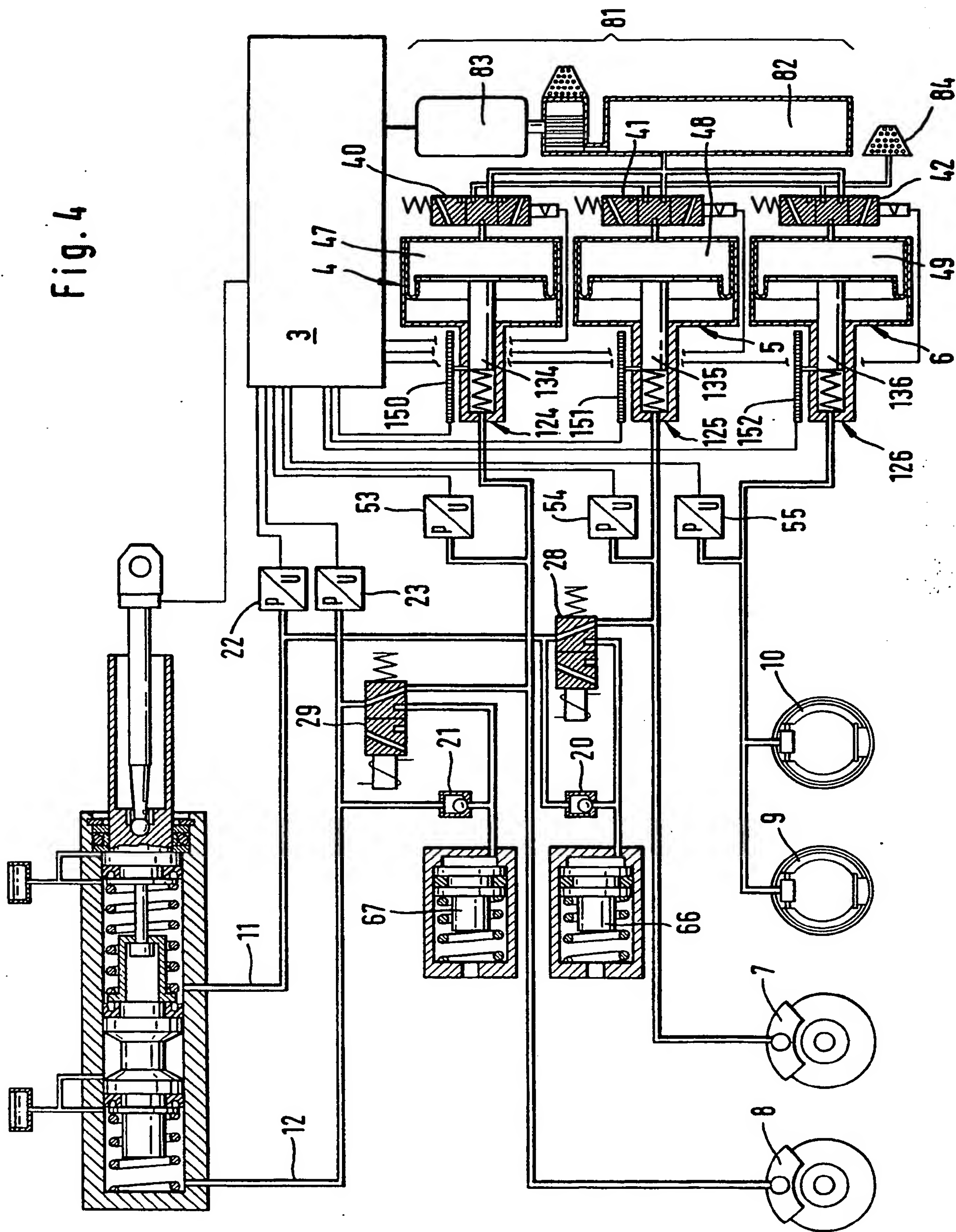
3 / 6

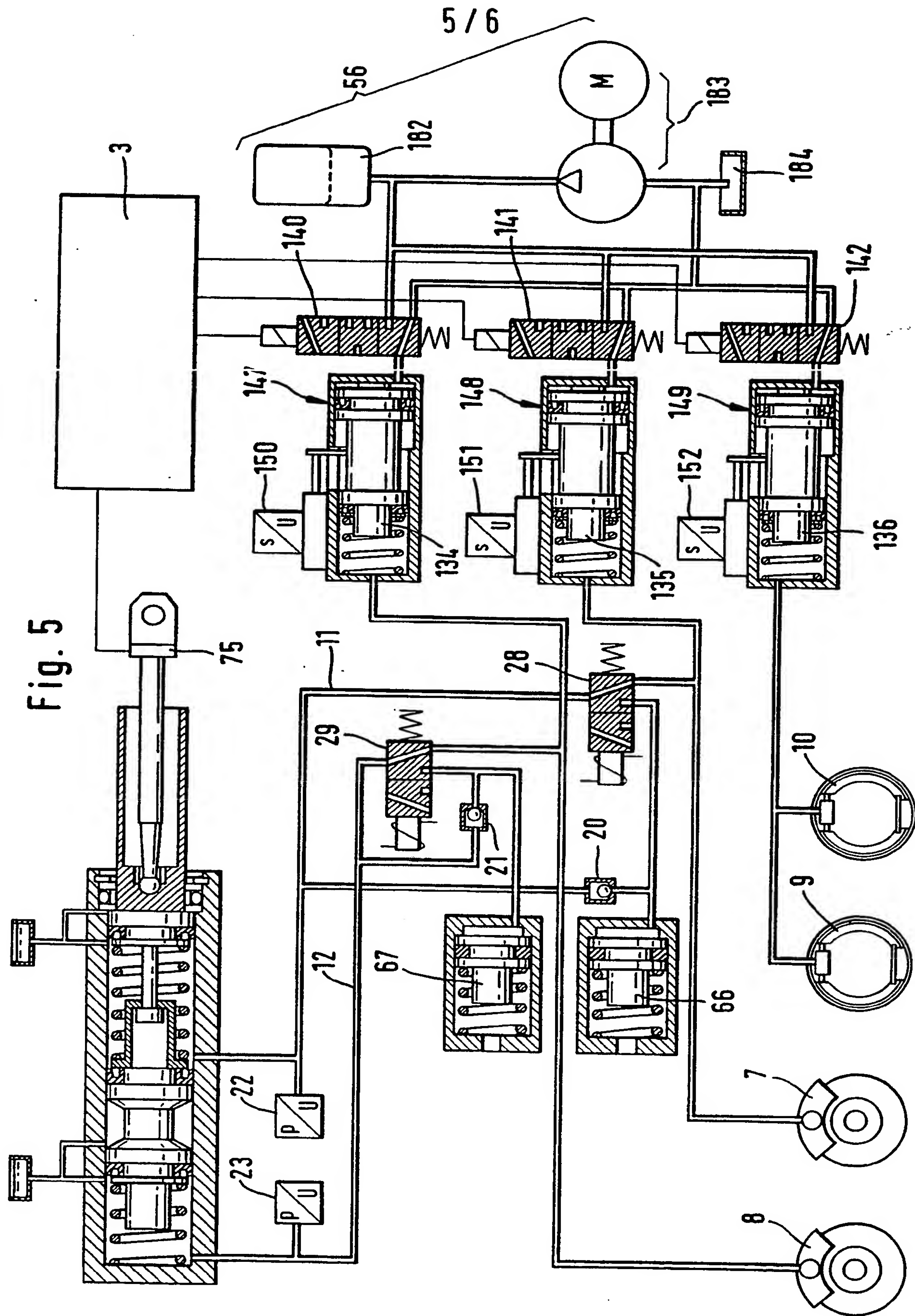




4 / 6

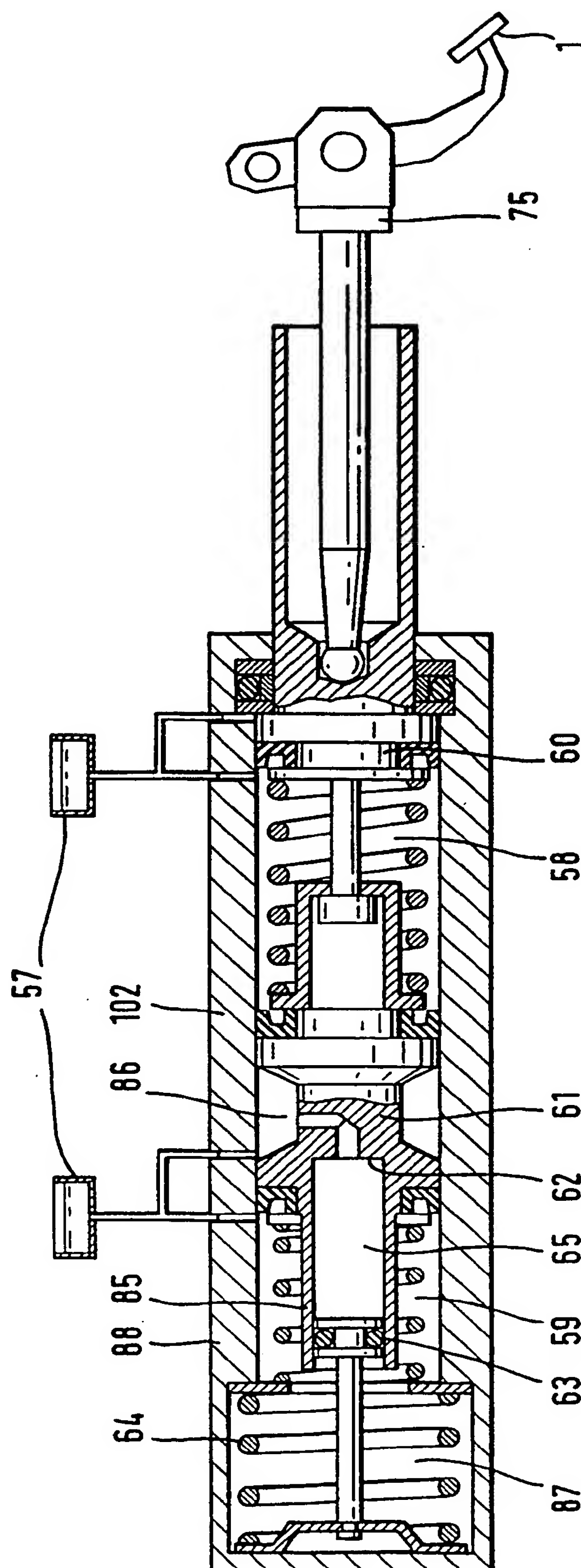
Fig. 4





6 / 6

Fig. 6



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter - nal Application No  
PCT/EP 95/01445A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 B60T8/40 B60T8/42 B60T8/26 B60T8/24 B60T13/68

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 B60T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE-C-41 02 497 (MERCEDES-BENZ) 7 May 1992  see column 11, line 60 - column 16, line 12 see column 18, line 45 - column 19, line 13 see column 19, line 60 - column 20, line 17 see column 5, line 67 - column 6, line 32; claims 1-3,9,11-16; figures 1,4	1,6-8, 10,11, 22,23, 29,30
Y	---	9,13
Y	GB-A-2 173 269 (ALFRED TEVES) 8 October 1986 see page 3, line 104 - line 111 ---	9
	--- -/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 August 1995

Date of mailing of the international search report

14.08.95

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Meijs, P

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter:   nal Application No  
PCT/EP 95/01445

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP-A-0 157 944 (ROBERT BOSCH) 16 October 1985 see page 3, line 27 - line 30 see column 5, line 22 - line 25; figure ---	13
X	JP-A-05 238 373 (AISIN SEIKI) 17 September 1993 ---	1,6,8, 12,14, 21,27
P,X	& US-A-5 312 172 (TAKEUCHI) 17 May 1994  see column 3, line 47 - column 5, line 5 see column 5, line 53 - column 6, line 60; figures 1-4 ---	1,6,8, 12,14, 21,27
Y	US-A-4 756 391 (AGARWAL ET AL.) 12 July 1988 see column 4, line 57 - column 7, line 35 see column 8, line 1 - line 17; figures 1,2 ---	1,12,14, 17,29
Y	DE-A-40 29 793 (ROBERT BOSCH) 26 March 1992 see column 7, line 42 - line 51 ---	1,12,14, 17,29
Y	US-A-4 812 777 (SHIRAI) 14 March 1989  see column 2, line 20 - column 4, line 58 see column 10, line 47 - column 11, line 15; claims 1-4; figures ---	1,6,7, 11-13, 22,23, 25,26, 28-30
A	---	4
Y	DE-C-40 03 579 (MERCEDES-BENZ) 27 June 1991  see column 6, line 33 - column 9, line 6; claims 1,4-6,9,10; figure 1 ---	1,6,7, 11-13, 22,23, 25,26, 28-30
A	---	18
A	DE-A-34 24 912 (ALFRED TEVES) 16 January 1986 see abstract; claims 1-6,12-15; figures ---	1,14, 21-24
A	DE-A-42 29 041 (AKEBONO BRAKE INDUSTRY CO.) 11 March 1993 cited in the application see column 6, line 49 - column 7, line 61; figures 2,4 ---	1,11-14, 22
	---	
	-/--	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP 95/01445

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GB-A-2 169 975 (ALFRED TEVES) 23 July 1986 see page 2, line 37 - page 80; figure 1 ---	2-5
A	DE-A-22 08 936 (TELDIX) 6 September 1973  see page 8, last paragraph - page 9, paragraph 2; figures 2A, 2B ---	15-17, 25, 27
A	EP-A-0 398 531 (GENERAL MOTORS) 22 November 1990  see abstract; figure 1 ---	17, 19-21, 25, 27
A	EP-A-0 292 648 (ALFRED TEVES) 30 November 1988  see column 13, line 6 - line 12 see column 13, line 43 - line 52; figures 3, 4 -----	11, 14, 17, 18, 22, 25, 26



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. Appl. Application No  
PCT/EP 95/01445

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-C-4102497	07-05-92	FR-A- 2672024 GB-A, B 2252373 JP-A- 4334649 US-A- 5261730	31-07-92 05-08-92 20-11-92 16-11-93
GB-A-2173269	08-10-86	DE-A- 3511535 FR-A- 2579539 JP-A- 61226351 US-A- 4753490	09-10-86 03-10-86 08-10-86 28-06-88
EP-A-157944	16-10-85	DE-A- 3413735 DE-A- 3474943	17-10-85 08-12-88
JP-A-05238373	17-09-93	US-A- 5312172	17-05-94
US-A-4756391	12-07-88	NONE	
DE-A-4029793	26-03-92	JP-A- 4244464	01-09-92
US-A-4812777	14-03-89	JP-A- 63020256	27-01-88
DE-C-4003579	27-06-91	FR-A- 2657831 GB-A, B 2241294 JP-B- 7057597 JP-A- 7069195 US-A- 5125724	09-08-91 28-08-91 21-06-95 14-03-95 30-06-92
DE-A-3424912	16-01-86	NONE	
DE-A-4229041	11-03-93	JP-A- 5065061 JP-A- 5065060 US-A- 5302008	19-03-93 19-03-93 12-04-94
GB-A-2169975	23-07-86	DE-A- 3502018 FR-A- 2576262 JP-B- 6024921 JP-A- 61171654 US-A- 4708404	24-07-86 25-07-86 06-04-94 02-08-86 24-11-87
DE-A-2208936	06-09-73	NONE	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 95/01445

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-398531	22-11-90	US-A- 5000523	19-03-91
		CA-A, C 2010643	17-11-90
		DE-D- 69003591	04-11-93
		DE-T- 69003591	20-01-94
		JP-A- 3005265	11-01-91
		US-A- 5112116	12-05-92
-----			
EP-A-292648	30-11-88	DE-A- 3717236	08-12-88
		DE-A- 3717237	08-12-88
		DE-A- 3717238	08-12-88
		DE-A- 3873822	24-09-92
		JP-A- 63306958	14-12-88
		US-A- 4838622	13-06-89
-----			

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 95/01445A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 B60T8/40 B60T8/42 B60T8/26 B60T8/24 B60T13/68

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 B60T

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE-C-41 02 497 (MERCEDES-BENZ) 7.Mai 1992  siehe Spalte 11, Zeile 60 - Spalte 16, Zeile 12 siehe Spalte 18, Zeile 45 - Spalte 19, Zeile 13 siehe Spalte 19, Zeile 60 - Spalte 20, Zeile 17 siehe Spalte 5, Zeile 67 - Spalte 6, Zeile 32; Ansprüche 1-3,9,11-16; Abbildungen 1,4	1,6-8, 10,11, 22,23, 29,30
Y	---	9,13
Y	GB-A-2 173 269 (ALFRED TEVES) 8.Oktober 1986 siehe Seite 3, Zeile 104 - Zeile 111 ---	9
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
  - \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
  - \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
  - \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
  - \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
  - \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
  - \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
  - \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
  - \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. August 1995

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

14.08.95

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Meijs, P

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP-A-0 157 944 (ROBERT BOSCH) 16.Oktober 1985 siehe Seite 3, Zeile 27 - Zeile 30 siehe Spalte 5, Zeile 22 - Zeile 25; Abbildung ---	13
X	JP-A-05 238 373 (AISIN SEIKI) 17.September 1993 ---	1,6,8, 12,14, 21,27
P,X	& US-A-5 312 172 (TAKEUCHI) 17.Mai 1994  siehe Spalte 3, Zeile 47 - Spalte 5, Zeile 5 siehe Spalte 5, Zeile 53 - Spalte 6, Zeile 60; Abbildungen 1-4 ---	1,6,8, 12,14, 21,27
Y	US-A-4 756 391 (AGARWAL ET AL.) 12.Juli 1988 siehe Spalte 4, Zeile 57 - Spalte 7, Zeile 35 siehe Spalte 8, Zeile 1 - Zeile 17; Abbildungen 1,2 ---	1,12,14, 17,29
Y	DE-A-40 29 793 (ROBERT BOSCH) 26.März 1992 siehe Spalte 7, Zeile 42 - Zeile 51 ---	1,12,14, 17,29
Y	US-A-4 812 777 (SHIRAI) 14.März 1989  siehe Spalte 2, Zeile 20 - Spalte 4, Zeile 58 siehe Spalte 10, Zeile 47 - Spalte 11, Zeile 15; Ansprüche 1-4; Abbildungen ---	1,6,7, 11-13, 22,23, 25,26, 28-30
A	---	4
Y	DE-C-40 03 579 (MERCEDES-BENZ) 27.Juni 1991  siehe Spalte 6, Zeile 33 - Spalte 9, Zeile 6; Ansprüche 1,4-6,9,10; Abbildung 1 ---	1,6,7, 11-13, 22,23, 25,26, 28-30
A	---	18
A	DE-A-34 24 912 (ALFRED TEVES) 16.Januar 1986 siehe Zusammenfassung; Ansprüche 1-6,12-15; Abbildungen ---	1,14, 21-24

-/--

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE-A-42 29 041 (AKEBONO BRAKE INDUSTRY CO.) 11.März 1993 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 6, Zeile 49 - Spalte 7, Zeile 61; Abbildungen 2,4 ---	1,11-14, 22
A	GB-A-2 169 975 (ALFRED TEVES) 23.Juli 1986 siehe Seite 2, Zeile 37 - Seite 80; Abbildung 1 ---	2-5
A	DE-A-22 08 936 (TELDIX) 6.September 1973  siehe Seite 8, letzter Absatz - Seite 9, Absatz 2; Abbildungen 2A,2B ---	15-17, 25,27
A	EP-A-0 398 531 (GENERAL MOTORS) 22.November 1990  siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 ---	17, 19-21, 25,27
A	EP-A-0 292 648 (ALFRED TEVES) 30.November 1988  siehe Spalte 13, Zeile 6 - Zeile 12 siehe Spalte 13, Zeile 43 - Zeile 52; Abbildungen 3,4 -----	11,14, 17,18, 22,25,26

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 95/01445

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-C-4102497	07-05-92	FR-A- 2672024 GB-A, B 2252373 JP-A- 4334649 US-A- 5261730	31-07-92 05-08-92 20-11-92 16-11-93
GB-A-2173269	08-10-86	DE-A- 3511535 FR-A- 2579539 JP-A- 61226351 US-A- 4753490	09-10-86 03-10-86 08-10-86 28-06-88
EP-A-157944	16-10-85	DE-A- 3413735 DE-A- 3474943	17-10-85 08-12-88
JP-A-05238373	17-09-93	US-A- 5312172	17-05-94
US-A-4756391	12-07-88	KEINE	
DE-A-4029793	26-03-92	JP-A- 4244464	01-09-92
US-A-4812777	14-03-89	JP-A- 63020256	27-01-88
DE-C-4003579	27-06-91	FR-A- 2657831 GB-A, B 2241294 JP-B- 7057597 JP-A- 7069195 US-A- 5125724	09-08-91 28-08-91 21-06-95 14-03-95 30-06-92
DE-A-3424912	16-01-86	KEINE	
DE-A-4229041	11-03-93	JP-A- 5065061 JP-A- 5065060 US-A- 5302008	19-03-93 19-03-93 12-04-94
GB-A-2169975	23-07-86	DE-A- 3502018 FR-A- 2576262 JP-B- 6024921 JP-A- 61171654 US-A- 4708404	24-07-86 25-07-86 06-04-94 02-08-86 24-11-87
DE-A-2208936	06-09-73	KEINE	



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 95/01445

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A-398531	22-11-90	US-A- 5000523	19-03-91
		CA-A, C 2010643	17-11-90
		DE-D- 69003591	04-11-93
		DE-T- 69003591	20-01-94
		JP-A- 3005265	11-01-91
		US-A- 5112116	12-05-92
-----			
EP-A-292648	30-11-88	DE-A- 3717236	08-12-88
		DE-A- 3717237	08-12-88
		DE-A- 3717238	08-12-88
		DE-A- 3873822	24-09-92
		JP-A- 63306958	14-12-88
		US-A- 4838622	13-06-89
-----			

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**